

污水处理厂低浓度进水的快速监测评估

余黎¹, 陈小龙¹, 刘皓波², 冯江¹, 赵冬泉^{1,3}

(1. 北京清控人居环境研究院有限公司, 北京 100083; 2. 江西省萍乡中学, 江西 萍乡 337000; 3. 北京清华同衡规划设计研究院有限公司, 北京 100085)

摘要: 以我国南方某城市污水处理厂及上游排水管网为例, 利用水量和水质相结合的监测技术, 获取各个片区旱季污水排放的真实现状过程数据, 评估该服务片区的污水量和污染物负荷量, 识别该污水厂旱季进水浓度偏低的原因, 定量评估外来水入流入渗情况, 旨在为排水管网系统的优化改善以及污水处理厂的水量调度提供科学支撑。

关键词: 污水处理厂; 进水浓度; 排水管网; 入流入渗; 快速监测

中图分类号: X703 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)05-0068-04

Rapid Monitoring and Evaluation of Low Concentration Influent in Sewage Treatment Plant

YU Li¹, CHEN Xiao-long¹, LIU Hao-bo², FENG Jiang¹, ZHAO Dong-quan^{1,3}

(1. Beijing Tsinghua Holdings Human Settlements Environment Institute Co. Ltd., Beijing 100083, China; 2. Pingxiang High School of Jiangxi Province, Pingxiang 337000, China; 3. Beijing Tsinghua Tongheng Planning and Design Institute Co. Ltd., Beijing 100085, China)

Abstract: Based on studies of a sewage treatment plant in South China, through water quality and quantity monitoring analyses, real status process data of dry season sewage discharges were obtained, and sewage discharges and pollution load were assessed in the area. The main reasons for the low pollution concentration in sewage treatment plant influent were explored, and the inflow and infiltration was assessed quantitatively. This research provided scientific supports for the improvement of the drainage network system and the water quantity operation of the sewage treatment plant.

Key words: sewage treatment plant; inlet concentration; drainage network; inflow and infiltration; rapid monitoring

管网入流入渗是城市污水管道普遍存在的问题, 是城市污水管道和合流制管道雨天发生超载甚至溢流的主要原因之一^[1], 对污水管网的稳定运行危害较大。但是, 由于管道埋藏于地下, 入流入渗的时间和位置隐蔽性强, 难以及时发现^[2], 因此目前在定量评估管网入流入渗情况方面存在一定的困难。另外, 进水浓度偏低是南方城市污水处理厂共同面临的问题。进水浓度偏低的现状既影响主要污染物 COD 的减排成效, 制约水环境质量的改善, 也在一定程度上造成城市污水处理工程的投资浪

费^[3]。运用监测技术对污水厂运行现状进行评估, 分析不同片区排水管网的运行状况, 以指导污水厂运行管理和改造设计, 这在欧美发达国家已被广泛应用^[4,5]。

笔者以我国南方某城市污水处理厂为研究对象, 其处理规模为 $18.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 纳污面积为 60 km^2 , 污水管网长为 200 km , 服务片区旱季污水量为 $18.84 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 仅旱季已处于“超负荷”运行状态, 若进入雨季将进一步危及城市水安全。目前, 该污水处理厂实际进水 COD 浓度仅为 $65 \sim 100 \text{ mg/}$

L,严重影响污水处理厂的运行效率和经济效益。为此,笔者采用水量和水质相结合的监测技术,识别污水处理厂旱季进水浓度偏低的原因,对外来水入流入渗情况进行定量评估,以期为污水处理厂的改造优化提供依据,从而提高污水处理厂的污水收集率、污染物削减量和运行效率,发挥其良好的环境、经济和社会效益。

1 技术方法

1.1 技术路线

技术路线如图1所示。

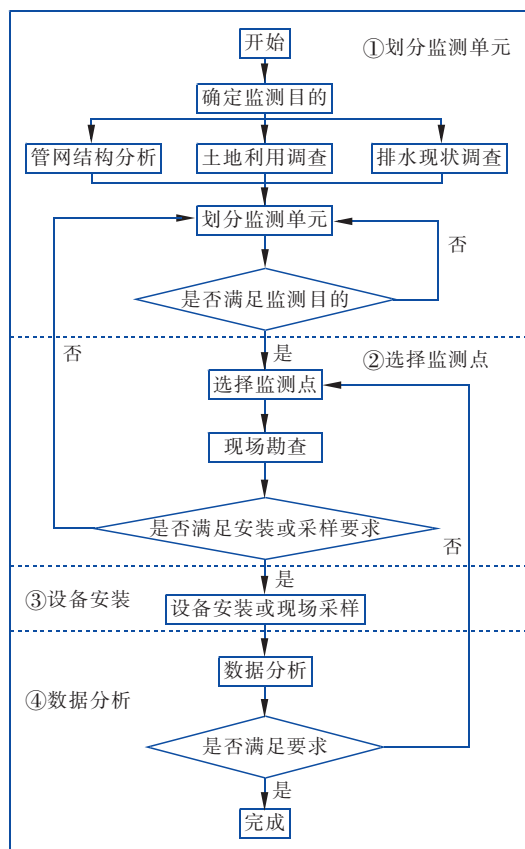


图1 技术路线

Fig. 1 Technical route

收集污水处理厂服务片区相关数据资料,分析排水管网拓扑连接关系,划定监测单元,制定排水管网监测方案,结合现场调研,对监测方案进行优化。快速安装相关流量监测设备,进行短期(至少1周)旱季流量连续监测,对获得的监测数据进行分析评估,处理异常值,保证监测数据的有效性;进行监测数据统计分析及对比;分析各个监测点旱天的污水流量规律、污水产生负荷量,定量化评估排水管网的低浓度水入流情况。

1.2 水量监测

为了解污水厂服务范围内的产污量,根据片区内排水管网拓扑连接关系,分别在污水厂的进厂主干管和上游来水关键节点布设9个连续监测点,具体位置分布如图2所示。污水厂的产污量为其服务片区内各进水监测点平均流量的总和。

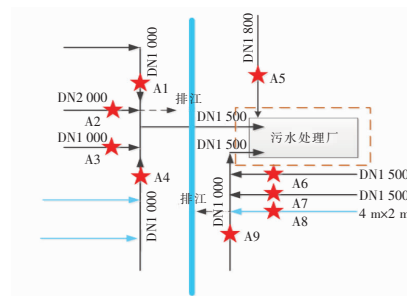


图2 监测点位置分布示意

Fig. 2 Distribution of monitoring sites

根据实际安装条件,同时考虑天气原因和数据准确性,选取2016年5月5日—11日的旱季监测数据进行统计分析。

1.3 水质采样

水质监测分析范围包括9个流量监测点(A1~A9)、污水处理厂的进厂泵房和周边河流,采集水面0.2~0.5 m以下污水作为水样(具体取样深度视污水检查井内实际积水深度而定,原则上取流动性污水作为水样),采样后运回实验室,采用标准方法分析,分析指标包括COD、SS、TN、TP、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 。

针对低浓度水入流问题,根据片区内各监测点的流量数据和水质分析结果,以COD为指示性指标,定量评估外来水量。

2 监测结果与分析

2.1 水量核算

该污水处理厂服务范围内的产污量为9个监测点日均流量的总和,A1~A9的流量监测值分别为 0.02×10^4 、 0.40×10^4 、 0.61×10^4 、 1.76×10^4 、 7.10×10^4 、 1.71×10^4 、 2.17×10^4 、 3.60×10^4 、 $1.47 \times 10^4 \text{ m}^3$,现场排查时,发现监测点A2仅有一半水量进入污水处理厂,剩下水量直接排入附近河流,故进行污水处理厂进水量核算时仅纳入一半水量。据此可知,污水处理厂服务范围内的产污量为 $18.84 \times 10^4 \text{ m}^3$,污水厂内统计处理量为 $19.64 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。目前监测系统仅对流量较大的主干管进行监测,所监测的产污量缺失污水厂上游部分支管的流量,且周边河

流液位较高,水位差引起部分水流渗入排水管网,进入污水处理厂进行处理,部分外来水量并未完全监测统计。故整体而言,监测数据反映该污水处理厂服务范围内污水总量和厂内统计处理量基本平衡。

选取监测点 A5 的连续监测数据进行排水规律分析,该监测点的流量变化曲线如图 3 所示。

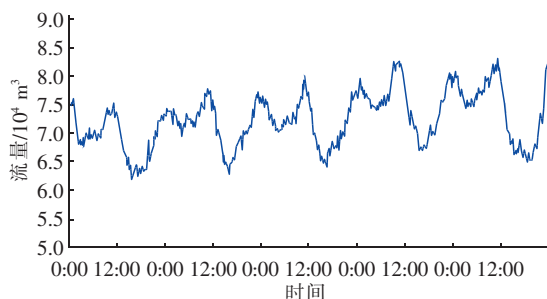


图3 监测点 A5 的流量变化曲线

Fig.3 Flow change curve of monitoring site A5

由图 3 可知,监测点 A5 每日各时刻流量随时间的变化呈明显规律性,均在 12:00 左右出现流量高峰,在 16:00 左右出现流量低谷。虽然每日各时刻流量监测值稍有波动,但过程曲线变化规律一致。

由于监测时间较短,部分监测数据表现出一定的波动和差异,故后续需进行长期在线流量监测,提高监测数据准确性和分析结果可信度。

2.2 水质监测结果

水质监测结果如表 1 所示。

表1 水质监测结果

Tab.1 Results of water quality monitoring

项 目	COD	SS	TP	TN	NH ₃ -N
A1	36.8	12.0	0.7	7.5	6.4
A2	22.1	9.0	0.7	6.8	6.2
A3	246.0	18.0	4.9	39.1	38.1
A4	157.0	52.0	3.9	35.6	34.1
A5	88.2	30.0	2.2	25.4	23.6
A6	147.0	60.0	2.8	30.5	29.3
A7	121.0	32.0	2.5	20.5	18.5
A8	110.0	22.0	2.2	25.9	25.0
A9	193.0	41.0	3.8	38.3	37.0
污水处理厂	56.2	22.0	2.2	20.4	19.7
河流	13.6	7.0	0.1	3.7	0.6

由表 1 可知,监测点 A1 和 A2 的 COD 浓度低于污水厂进水 COD 浓度。由于各监测片区内污水的排放特点和规律各不相同,水质在不同时间段有所变化,故需进行多次水质采样化验,提高分析结果

可靠性。监测点 A1 和 A2 的 COD 浓度显著低于污水厂进水 COD 浓度,可能由管网入流入渗或外来水接入引起,但具体原因需进一步现场排查确认。

2.3 外来水量核算与分析

基于实测流量和水质数据,保守估计纯污水排放 COD 浓度为 200 mg/L,外来水 COD 浓度以河流实测值 13.6 mg/L 为基准,基于水量和污染物平衡,通过联立方程计算出污水处理厂和各监测片区污水收集量和外来水量,如表 2 所示。

表2 低浓度水量估算结果

Tab.2 Estimation results of low concentration wastewater quantity

项目	实测水量/ 10 ⁴ m ³	实测 COD 浓度/(mg · L ⁻¹)	外来水量/ 10 ⁴ m ³	外来水比例/%	备注
污水厂	18.84	56.2	14.53	77.15	入流入渗严重
A1	0.02	36.8	0.018	87.55	入流入渗严重
A2	0.40	22.1	0.38	95.44	入流入渗严重
A3	0.61	246.0	0.00	0.00	污水为主
A4	1.76	157.0	0.41	23.07	污水为主
A5	7.10	88.2	4.26	59.98	污水为主
A6	1.71	147.0	0.49	28.43	污水为主
A7	2.17	121.0	0.92	42.38	污水为主
A8	3.60	110.0	1.74	48.28	污水为主
A9	1.47	193.0	0.06	3.76	污水为主

所监测的西片区 A1 ~ A4 最终汇合通过一根 DN1 500 的干管穿河进入污水厂,由于管道破损的原因,大量低浓度河水灌入,致使污水厂进水浓度显著降低,污水处理厂外来水量约占总水量的 77%,达到 $14.53 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。监测点 A3 ~ A9 的外来水量占总水量的比例均小于 60%,以污水为主;而监测点 A1 和 A2 的外部来水占总水量的比例均超过 80%,以低浓度水为主。整体而言,监测片区内污染物浓度偏低,外来水入流入渗情况较为严重。

监测点 A1 和 A2 由于所处的地理位置,上游多山分布,可能有山泉水汇入,另有少量雨水接入,由于山泉水和雨水污染物浓度低,导致该监测片区污染物浓度偏低。其中,监测点 A1 由于管道起伏,使得污水在管道内的流速偏低甚至导致管内积水,则污水中的小颗粒会携带较多的有机物在管道中沉积,造成一段时间内通过这部分管道流出的污水多为上清液;且原泄洪排口封堵不严,可能与周边河流发生水量交互,但目前无法明确缘由,后期需要进一步实地考察。监测点 A2 部分上游管线被周边河流

覆盖,因水位差引起的人渗压力较大,且管线之间连接密封性欠缺,故会有部分河水汇入,导致其污染物浓度较低。

3 结论

① 基于监测数据可以有效地定量化识别不同分区的外来水水量、水质变化规律和特征,本文提出的技术方法对污水厂进水浓度低的分区调查、排水管网入流入渗的区域性监测有一定的普适性。

② 需要进行长期在线流量监测和多次水质采样化验,来了解外来水变化规律,尤其需要对旱季与雨季分别进行分析和识别,了解雨污分流的实际定量数据,而不局限于仅参考图纸的分流比例,对工程建设和管理均有意义。

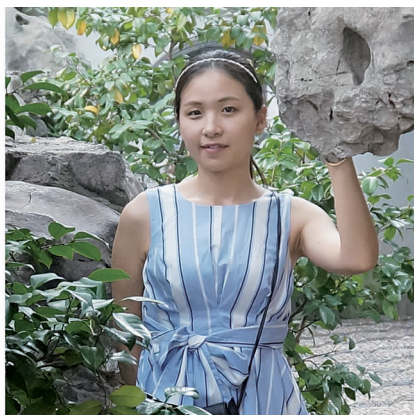
③ 在数据分析的基础上,需要采取必要的工程措施和管理手段,提高污水厂的进水浓度,并建立在线监测及调度系统,定量化评估工程改造及运行效果,不断改善排水系统的运行状况。

参考文献:

- [1] 陈吉宁,赵冬泉. 城市排水管网数字化管理理论与应用[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2010.
- [2] 盛政,刘旭军,王浩正,等. 城市污水管道入流入渗监测技术研究与应用进展[J]. 环境工程,2013,31(2): 17-20.
- [3] 樊玲凤,胡家忠,欧亮. 城市污水处理厂进水浓度偏低

原因分析及对策研究[J]. 环境科学与管理,2016,41(3):132-135.

- [4] 赵冬泉,王浩正,陈吉宁,等. 监测技术在排水管网运行管理中的应用及分析[J]. 中国给水排水,2012,28(8):11-14.
- [5] 董鲁燕,赵冬泉,刘小梅,等. 基于监测和模拟技术的排水管网性能评估体系[J]. 中国给水排水,2014,30(17):150-154.



作者简介:余黎(1989-),女,湖北武汉人,硕士,工程师,主要从事城市排水防涝、污染控制的研究以及海绵城市规划与评估工作。

E-mail:yl@m.bjenv.com

收稿日期:2016-08-19

(上接第 67 页)

条件下取得了理想的处理效果。针对垃圾渗滤液 RO 浓水水质复杂、高 COD 和高色度等特点,在 Fenton 高级氧化前采用混凝预处理措施可有效减少 Fenton 试剂的投加量,大大节约运行成本。组合工艺最终出水水质满足并优于《水污染物排放限值》(DB 44/26—2001)第二时段的三级标准和《污水排入城镇下水道水质标准》(CJ 343—2010)的 B 级标准,可回用于垃圾焚烧炉渣冷却。

参考文献:

- [1] 戴昕,刘军,宫建瑞,等. 垃圾渗滤液 BDD 电化学氧化方法研究[J]. 中国给水排水,2016,32(7):82-85.
- [2] 李志华. 预处理/厌氧/MBR/NF/RO 工艺处理垃圾焚烧渗滤液[J]. 中国给水排水,2016,32(8):92-94.
- [3] 唐国卿,邱家洲,沈燕,等. 臭氧高级氧化组合技术处理垃圾渗滤液浓缩液[J]. 中国给水排水,2016,32

(8):88-91.



作者简介:赵爽(1994-),女,河南漯河人,硕士研究生,研究方向为水污染控制技术。

E-mail:772860734@qq.com

收稿日期:2016-06-15